

令和 2 年 9 月 14 日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01863

研究課題名(和文) 地殻と水圏のヒ素の循環過程と形態変化

研究課題名(英文) Arsenic and its transformation of chemical form in the cycle of crust and hydrosphere

研究代表者

中屋 晴恵(益田晴恵)(Nakaya, Harue)

大阪市立大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：70183944

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はフィリピン海プレート収束域のヒ素の挙動を明らかにするために、南海トラフ堆積物中、四国の付加体中(四万十帯・三波川帯)での続成・変成作用、火成作用(九州・霧島火山)に伴うヒ素の移動過程と化学態の変化を追跡した。その結果、以下のことを明らかにした。1) 深海底堆積物中では形態を変化させやすいヒ素は生物遺骸にあり、堆積物中での生物化学作用が形態変化に重要である。2) 付加体堆積物中の高濃度のヒ素は海底熱水活動によってもたらされる。わずかであるがケロジェン化したヒ素が300以上の変成作用を受けるまでは保存される。3) マグマ性流体中には沈み込むスラブ由来の成分もあると推定される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒ素の地球化学的循環過程において、沈み込み帯とその周辺で海洋地殻と大陸地殻をつなぐ付加体やウェッジマントルでのヒ素の移動過程を、観察から明らかにした初めての報告である。ヒ素の化学形態分析により、深海底の少なくとも500mまでの深度の海底堆積物や火山の山体などで、可動性の高いヒ素の化学形態について、生物化学作用が重要な働きをしていることを明示した点は、学術的意義が高い。また、生物化学作用を用いたヒ素の無毒化や鉱物への固定などの基礎的情報となり、新たなヒ素汚染抑制対策を開発する際の基本原理を与える点で社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：In order to document the arsenic behavior in the convergent margin of Philippine Sea Plate, transportation process and associating transformation of chemical species of arsenic was studied via geochemical analyses of the deep-sea sediment from Nankai Trough, accretionary complexes of Shimanto and Sambagawa belt in Shikoku, and magmatic fluids of Kirishima volcanoes. Obtained results are as follows. 1) Mobile arsenic is fixed in detritus and biogeochemical reaction plays an important role to change the chemical forms of arsenic. 2) High arsenic concentration is derived from sea-floor hydrothermal activity, and arsenic in kerogen preserves until the host rock suffers with metamorphism at $>300^{\circ}\text{C}$. 3) Magmatic fluid would contain arsenic derived from subducting slab.

研究分野：環境地球化学

キーワード：ヒ素の生物濃縮 ヒ素化学形態 プレートテクトニクス マグマ性流体 付加体堆積物 ヒ素の地球化学的循環

1. 研究開始当初の背景

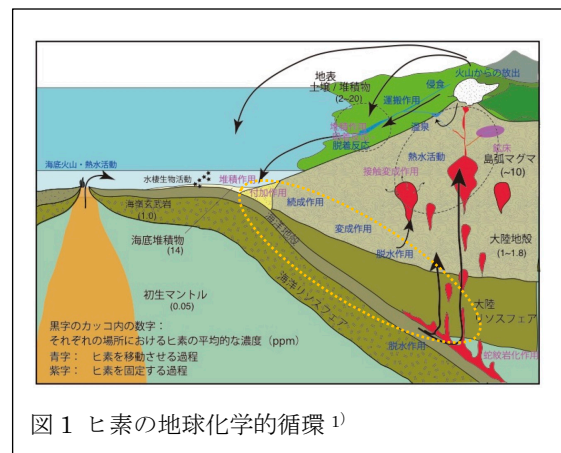
ヒ素汚染地下水は世界的規模で広がりを見せる点で水圏における汚染問題の中で際立っている。地下水中ヒ素の研究は1990年代以降盛んに行われており、膨大な数の報告がされてきた。中でも、ヒマラヤ山脈・チベット高原を源流とする大河の流域における被害規模は数千万人の住民に及ぶとされている。この地域の地下水汚染メカニズムに関しては、多くの研究例があるが、原因物質に言及する論文は比較的少ない。これまではヒマラヤ山脈の源流域におけるヒ素含有物質は堆積岩中の硫化鉱物であると説明されてきたが、厳密に特定された報告はない。まず、ヒ素の汚染原因となる物質がなぜ山脈を作る岩石の中にあるのかを知りたいと考えたのが、本研究を計画した最初の動機付けであった。

次に、プレートテクトニクスがヒ素の動きとどのように関連しているのかを明らかにしたいと考えた。ヒ素は水溶液中の溶解度が高く、揮発性もあることから、地殻内ではプレートテクトニクスと関連して移動する元素であるが、地表や水圏においては、侵食・化学的風化作用・堆積作用などでも激しく移動する。私たちは大陸地殻の岩石にヒ素が濃縮されるメカニズムを知りたいと考えた。天然におけるヒ素の分布は多くの文献にあるが、プレートテクトニクスとの関連で、ヒ素の挙動を見た研究例はあまり見当たらない。私たちはまず付加体の入り口である深海底堆積物にそのようなヒ素が固定されていると考え、熊野灘沖南海トラフで掘削された海底堆積物を用いてヒ素の分析を行ってきた。さらに高深度の付加体中でのヒ素の挙動を明らかにし、大陸・島弧地殻におけるヒ素の低濃度ではあるが普遍的な分布の基本的支配原理を知りたいと考えた。

ヒ素は生物濃縮元素の一つである。植物プランクトンや藻類などの光合成生物による湖沼や海洋などにおける生物化学的なヒ素の形態変化は以前から研究がされており、土壌中에서도ヒ素を代謝する生物について報告例が築成されつつある。一方で、生物遺骸などに含まれるヒ素が付加体内部の続成・変成作用でどのように変化するのか、それが地殻内でのヒ素の流動性にどのように関わっているのか、ほとんど知られていなかった。ヒ素の地殻内循環における生物化学的役割を明らかにしたいと考えたのが3つ目の動機付けである。

2. 研究の目的

開始当初の研究目的は、1) 現世の付加体堆積物から高圧変成作用を受けた付加体岩石までの一連の温度上昇過程におけるヒ素の形態変化と移動過程を追跡すること、2) ヒ素汚染地下水と帯水層堆積物中のヒ素含有有機物の組成を明らかにすること、3) ヒ素溶出に関わる生物化学作用について実験的に検討することであった。しかし、研究の2年目の4月に霧島硫黄山で水蒸気噴火が発生し、純粋なマグマ性流体とみなせる熱水が噴出したことから、マグマを通じたさらに高深度の沈み込み帯におけるヒ素の挙動を追跡する好機を得た。このことから、図1のオレンジ色の楕円で示す領域でのヒ素の挙動を明らかにできる可能性があることから、次のことを目的に設定し直した。1) 付加体中のヒ素の起源を明らかにする。2) 沈み込み帯でのヒ素の形態変化とヒ素が流体とともに移動する過程を追跡する。3) 初期続成作用におけるヒ素の蓄積・固定・流動化などにおける生物化学作用の寄与を明らかにする。



3. 研究の方法

研究方法は以下の通りであった。

- (1) 南海トラフ・熊野灘から採取した試料（一部は本研究以前に予備分析されていた）の堆積物と間隙水中のヒ素濃度と形態分析を行う。また、沿岸の堆積物である大阪層群の海成粘土層と比較し、陸域からの影響の差異を比較する。
- (2) 温度履歴が明らかになっている四万十帯と三波川帯で堆積岩・変成岩を採取し、ヒ素濃度と有機態ヒ素の分析を行う。

- (3) 鹿児島県と宮崎県の活火山地帯の熱水系のヒ素の濃度と形態分析を行う。特に、マグマ性流体が噴出した霧島硫黄山ではマグマ活動の消長とヒ素の挙動を追跡し、沈み込み帯深部でのヒ素の循環過程を検討する。

収集した試料について、それぞれ前処理を施した後で、ヒ素は ICP-MS を用いて分析した。間隙水や熱水を含む地下水はろ過・酸添加・希釈などを行った。熱水や堆積物中のヒ素の形態分析に際しては HPLC を用いて形態分離を行った。また、堆積物や岩石などは粉碎して適切な方法を用いて溶液化した。岩石中のケロジェン画分はフッ酸処理して有機物のみを残した。同時に、主成分や挙動を同じくする微量元素、鉱物組成などの分析も行った。

4. 研究成果

得られた成果のうち、沈み込み帯でのヒ素の挙動と、地殻表層部で起こるヒ素が関与する生物化学作用を示唆する結果について述べる。

(1) 現世堆積物中の続成作用に伴うヒ素の化学態変化

南海トラフ・熊野海盆の堆積物について、図3に最長のコアが得られている C0002 地点の堆積物と間隙水の分析結果を示した。この地点には-200~500mの深度にメタンハイドレートがあり、それらが間隙水に混入して塩分濃度を低下させている。ヒ素濃度はメタンハイドレートが最も高濃度である-400m付近で最も高い。また、ユニットIとIIの境界付近でも少し濃度が高い。ヒ素濃

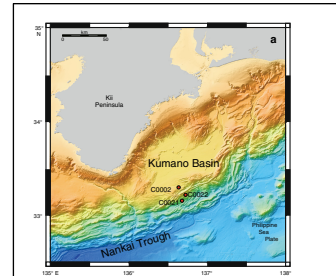


図2 試料採取地点²⁾

度が高い深度は火山灰層が多い深度と概ね対応していることから、ヒ素の多くは火山灰とともに陸域から碎屑性粒子として運搬されるものである。また、ユニットIの間隙水中ヒ素濃度は、臭素・リン酸・アンモニウムの各イオンの濃度変化と調和的であることから、藻類の分解に伴ってヒ素が間隙水に溶出していることを確認した。さらに、図4に示されるように、形態別分析の結果から、堆積物中で最も優勢な化学種はヒ酸であり、モノメチルアルソン酸やアルセノベタインが検出された。特に分解されやすいアルセノベタインが存在することから、メタン生成と同時的に現位置で生物により、亜ヒ酸のヒ酸への酸化と有機物態ヒ素の生成が行われていると推定された。さらに高深度では、ヒ素の一部はケロジェン化して有機物の中に固定されていると推定される。

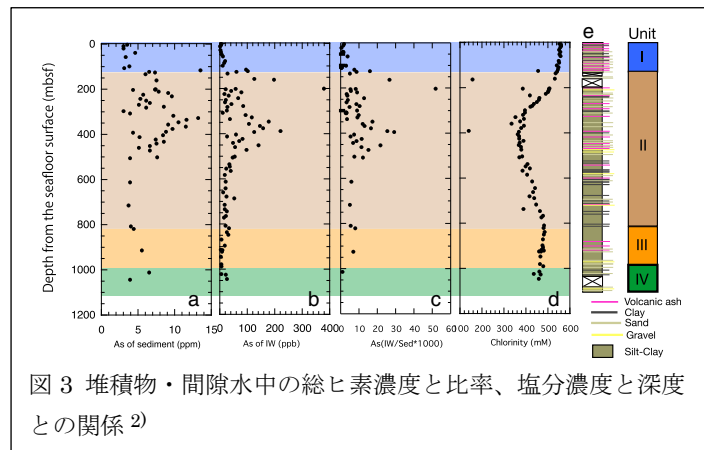


図3 堆積物・間隙水中の総ヒ素濃度と比率、塩分濃度と深度との関係²⁾

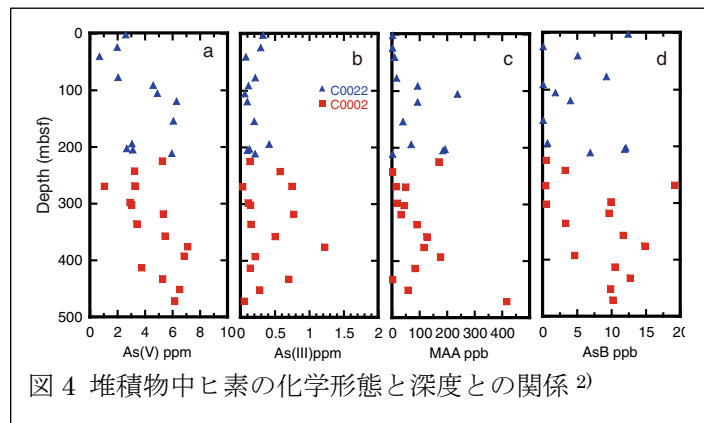


図4 堆積物中ヒ素の化学形態と深度との関係²⁾

(2) 四国の付加体岩石中のヒ素

高知県の中土佐町(120~170°C)と室戸市(130~260°C)の海岸線に沿った四万十帯と本山町汗見川に沿う(<360°C>520°C)三波川帯から得られた堆積岩と堆積岩起源の変成岩を分析した(試料採取地域は図5)。それぞれの総ヒ素濃度は中土佐町の試料が、1~8

ppm (26 試料)、室戸市の試料が 1~15 ppm (42 試料)、本山町汗見川の試料が 0~17ppm (15 試料)であった。ただし、中土佐町では、石炭を含む泥質岩で 22ppm、室戸市では海底熱水性堆積物（ブラックスモーカーチムニー）の黄鉄鉱で 38ppm の高濃度を示した。いずれの地域も、泥質岩の方が砂岩よりもヒ素濃度がわずかに高い傾向があった。海底熱水系は深海底堆積物中のヒ素の原因物質として重要である。私たちの先行研究では、大阪府北部の古生代~中生代の付加体である丹波帯で、同様な結果を得ており、現在投稿論文を作成中である。本山町では、緑泥石帯の石英脈を含む泥質片岩でヒ素濃度が高い傾向があったため、石英脈を分離して分析した。しかし、石英脈にはヒ素はあまり含まれておらず、この程度の温度では、脱水時にヒ素が選択的に流体中へ移動するとは認められなかった。

汗見川から得られた岩石を用いた先行研究により、ケロジェン分解時にヒ素が母岩から失われることがすでに報告されていた³⁾。このことを確認するために、堆積岩からケロジェンを分離し、ヒ素濃度を定量した結果を、総濃度に対する割合で図 6 に示した。ケロジェン中ヒ素の割合が 21%の泥質片岩でケロジェン中ヒ素濃度の最高値の 2.5ppm を示した。この試料を除いて、ケロジェン中ヒ素の割合が 10%を超えるものもそれほど多くない。したがって、ザクロ石帯の温度まで上昇した際の脱水と同時にケロジェンの分解が起こり、鉱物に溶解していたヒ素も水とともに流出すると推定している。堆積物中のヒ素の大部分はこの程度の温度で流出するとするならば、マグマ発生に直接寄与する深度の海洋地殻はすでにヒ素を失っている可能性がある。この結果は、学会で発表した。

(3) 霧島硫黄山のマグマ性流体に伴うヒ素

本研究 2 年目の 4 月に霧島硫黄山で 2 度の水蒸気噴火が発生した。噴火の数ヶ月後には、天水で希釈されていないとみなせるマグマ性流体（高温熱水）を採取する機会を得た。このことから、当初の計画にはなかったが、霧島硫黄山の熱水を継続的に採取し、分析を行った。図 7 に霧島硫黄山山頂付近の航空写真と現地の写真を示す。2018 年 4 月 19 日に南火口 21 日に西火口で噴火が発生した（位置は図 7）。試料採取と分析は今も継続しているが、図 8 には 2019 年 5 月までの結果を示した。

噴火直後の熱水の水素・酸素安定同位体比から、熱水と山体に溜まっていた地下水がほぼ 1:1 で混合したことが噴火の引き金となったことが推定される（図 8a）。私たちが最初に調査した 7 月下旬には、高温熱水はほとんど地下水の混ざらない純粋な強酸性のマグマ性流体（いわゆる安山岩水、マグマ由来成分を含む高温で安山岩と反応した水）であった。その熱水中の総ヒ素濃度は 4.5 ppm を超えていた。

塩化物イオン濃度と酸素同位体比の関係から、熱水の地下での混合や気液分離の過程が推定できる（図 8b）。熱水の S/Cl 比から、7 月時点と比べると、その後はマグマの活動が

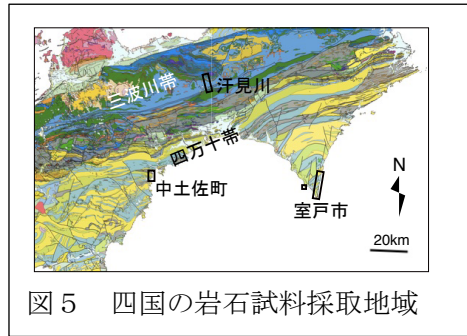


図 5 四国の岩石試料採取地域

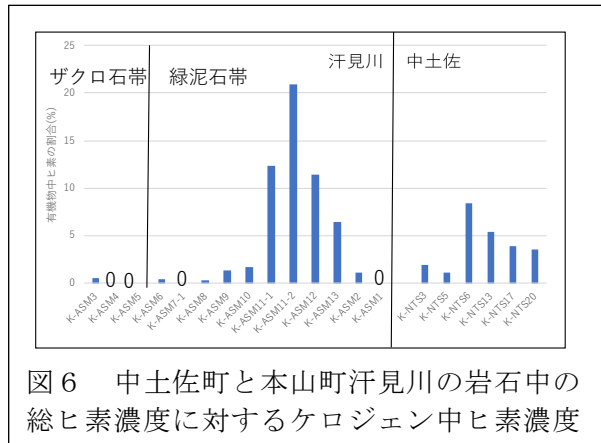


図 6 中土佐町と本山町汗見川の岩石中の総ヒ素濃度に対するケロジェン中ヒ素濃度



図 7 霧島硫黄山山頂付近の熱水・噴気孔などの分布と 2018 年 7 月の熱水の様子

弱まっていったことがわかる

(図 8c)。ヒ素は親銅元素であるが、気相への分配が大きいイオウよりは塩化物イオンとよく似た挙動をする (図 8d)。ヒ素は始原的 (最も高温で反応した時に形成された最も高塩濃度の) マグマ性流体にすでに溶存していたと考えられる。

ヒ素の形態分析によると、深部流体が卓越した高温熱水では、亜ヒ酸が優勢でヒ酸がわずかに含まれていた。イオウ化学種も、二酸化硫黄や硫酸イオンが卓越していることから、深部流体のヒ素は亜ヒ酸であったと考えられる。一方、南火口の

2019年8月以降の熱水には亜ヒ酸の他に、ヒ酸とヒ酸に匹敵する濃度のモノチオヒ酸が検出された。モノチオヒ酸は湯だまりの中で亜ヒ酸が酸化された後に、イオウ化学種 (微量に存在する硫化物イオン) との反応で生成されたものと推定された。山体斜面の低温湧水に、ヒ酸とともにモノメチルヒ酸やアルセノベタインが微量ではあるが検出された。モノメチルヒ酸は、マグマ活動が弱まり、しんぶ流体の流入量が減少した時期の南火口の熱水にも検出されたことから、熱水噴出地帯の直近付近から山体の広い範囲で生物活動によるヒ素の代謝が起こっていることを示唆している。

(4) まとめ

付加体中のヒ素の起源は複数あるが、深海底堆積物を起源とする堆積岩では、海底熱水系に由来する鉱物 (特に硫化鉱物やヒ化鉱物) が重要である。沿岸性堆積物では火山灰や後背地の鉱物などの碎屑性粒子が重要な担体である。水生生物によって堆積物中に濃縮された有機物態ヒ素の割合は小さいが、分解されて流動化しやすいために、ヒ素の移動過程においては重要である。酸素酸である亜ヒ酸・ヒ酸は溶解度が高く、水が存在する条件では極めて移動しやすい。したがって、付加体内部での脱水を伴う化学反応が起こると、岩石中に存在するヒ素は水に移動すると考えられる。ザクロ石帯へ変化する温度での化学反応では、母岩中のヒ素の大部分は流出することから、それより高深度の海洋地殻には高濃度のヒ素を含まないかもしれない。蛇紋岩化作用に伴って付加体からのヒ素の付加が推定されているが (例えば 4)、さらに高深度で起こるマグマ形成においては、ヒ素の起源としてマントルからの供給の方が重要であるかもしれない。

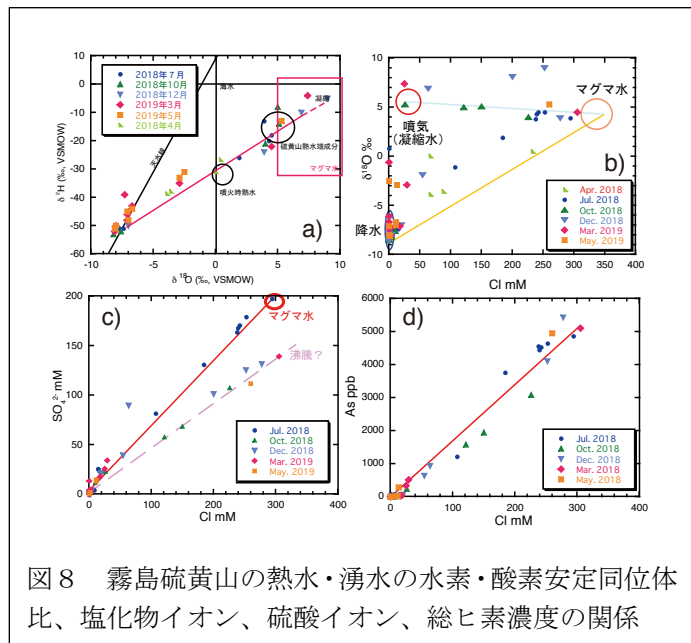


図 8 霧島硫黄山の熱水・湧水の水素・酸素安定同位体比、塩化物イオン、硫酸イオン、総ヒ素濃度の関係

引用文献

- 1) Masuda H. (2018) Progress in Earth and Planetary Science, 5:68.
- 2) Masuda H. et al. (2019) Progress in Earth and Planetary Science, 6:28.
- 3) Fujiwara S. et al. (2011) Geochemical Journal, 45, 221-234.
- 4) Hattori K. et al. (2005) Geochimica et Cosmochimica Acta, 69, 5585-5596.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Nakaya S., Murota S., Hai C., Masuda H.	4. 巻 51
2. 論文標題 Forms of trace arsenic, cesium, cadmium, and lead transported into river water for the irrigation of Japanese paddy rice fields	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Hydrology	6. 最初と最後の頁 335-347
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1002/hyp.13277	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Masuda H.	4. 巻 5
2. 論文標題 Arsenic cycling in the Earth's crust and hydrosphere: interaction between naturally occurring arsenic and human activities	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 68
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1186/s40645-018-0224-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Masuda H., Yoshinishi H., Fuchida S., Toki T., Even E.	4. 巻 6
2. 論文標題 Vertical profiles of arsenic and arsenic species transformations in deep-sea sediment, Nankai Trough, offshore Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1186/s40645-019-0269-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Nakaya S., Murota S., Hai C., Masuda H.	4. 巻 51
2. 論文標題 Forms of trace arsenic, cesium, cadmium, and lead transported into river water for the irrigation of Japanese paddy rice fields.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Hydrology	6. 最初と最後の頁 335-347
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） http://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.04.018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 益田晴恵	4. 巻 22
2. 論文標題 地球表層部のヒ素の分布と環境汚染の要因	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 地球環境	6. 最初と最後の頁 3-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://www.airies.or.jp/journal_chikyukankyo_201706071405554.html	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ito H., Masuda H., Oshima A.	4. 巻 78
2. 論文標題 Leaching characteristics of naturally derived toxic elements in the alluvial marine clay layer beneath Osaka Plain, Japan: implications for the reuse of excavated soils.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environmental Earth Sciences	6. 最初と最後の頁 589-
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s12665-019-8595-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Seddique A. A., Masuda H., Anma R., Bhattachary P., Yokoo Y., Shimizu Y.	4. 巻 9
2. 論文標題 Hydrogeochemical and isotopic signatures for the identification of seawater intrusion in the paleobeach aquifer of Cox's Bazar city and its surrounding area, south-east Bangladesh	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Groundwater for Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 100215-
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100215	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 62. Seddique A. A., Anma R., Masuda H., Bhatthacharya P., Yokoo Y., Basak S. B., Shinoda K.	4. 巻 10
2. 論文標題 Sources of U and Th in a paleobeach groundwater aquifer at Cox's bazar, southeast Bangladesh	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Groundwater for Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 100322
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100332	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計24件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 8件）

1. 発表者名 Masuda H.
2. 発表標題 Geological cycles of arsenic and mercury; element behavior related to plate tectonics.
3. 学会等名 4th China-Japan Forum in Annual Meeting of Chinese Association of Petrology, Mineralogy and Geochemistry, Hangzhou. (2019.4.21) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古谷宗三・益田晴恵・中村英人
2. 発表標題 四国の付加体堆積物中のヒ素の挙動.
3. 学会等名 日本地球化学会年会, 2A06. 東京, 2019.09.18.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森 啓悟・益田 晴恵・新谷 毅・羽瀨 元哉・古谷 宗三・石橋 純一郎・松島 健・大嶋 将吾・井川 怜欧
2. 発表標題 霧島火山群・硫黄山水蒸気噴火に関連した熱水循環プロセス
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会, SVC39-P02 (2019.5.27)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 羽瀨 元哉・益田 晴恵・新谷 毅・古谷 宗三・森 啓悟・石橋 純一郎・松島 健・武内 章記・大嶋 将吾・井川 怜欧
2. 発表標題 霧島連山と薩摩硫黄島における熱水活動に伴うヒ素と水銀の挙動
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会, SVC39-05. (2019.5.27)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古谷宗三・中村英人・益田晴恵
2. 発表標題 Arsenic behavior in accretionary complex of Shikoku, Japan
3. 学会等名 2018年日本地球惑星科学連合大会, SGL29-06, 千葉. (2018.05.24)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中屋眞司・遅海・室田健吾・益田晴恵
2. 発表標題 河川系に置ける地質由来ヒ素の水田涵養用水を経由する土壌水から水稻への輸送と蓄積
3. 学会等名 2018年日本地球惑星科学連合大会, AHW20-17, 千葉. (2018.05.21)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤浩子・益田晴恵・大島昭彦
2. 発表標題 西大阪地域における沖積粘土中の自然由来重金属等の存在形態
3. 学会等名 第53回地盤工学研究発表会講演集, 2239-2240. 高松 (2018.7)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masuda H., Hirai N., Reza S.
2. 発表標題 Effect of recharging water from Megna River to the arsenic contaminated groundwater
3. 学会等名 The 7th International Congress & Exhibition on arsenic in environment, Environmental arsenic and changing world. Beijing. (2018.07.03) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ito H., Masuda H., Oshima A.
2. 発表標題 Concentrations of the naturally-derived toxic elements and its geochemical characteristics of the alluvial marine clay layer of Osaka Plain, Japan
3. 学会等名 Proceedings of the 8th International Congress on Environmental Geotechnics 1:504-511. Hangzhou. (2018.10) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masuda H.
2. 発表標題 Geological cycles of arsenic and mercury; element behavior related to plate tectonics
3. 学会等名 4th China-Japan Forum in Annual Meeting of Chinese Association of Petrology, Mineralogy and Geochemistry, Hangzhou. (2019.4.21) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masuda H.
2. 発表標題 Studies on As contaminated groundwaters _an example of international scientific activity against environmental problem
3. 学会等名 JpGU_AGU Joint Meeting 2017, MIS03-10 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中屋眞司・石川満範・室田健吾・益田晴恵
2. 発表標題 水系を経由して水田に運ばれるヒ素，天然セシウム，鉄の輸送と水稲内の移動メカニズム．
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会，A-HW32.
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤浩子・益田晴恵・大島昭彦・北田奈緒子・藤原照幸
2. 発表標題 大阪市内における沖積粘土層中の自然由来重金属類の含有状況とその地球化学的特徴.
3. 学会等名 第52回地盤工学研究発表会, 1014.
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤浩子・益田晴恵・大島昭彦・北田奈緒子・藤原照幸
2. 発表標題 大阪平野に置ける沖積粘土の自然由来重金属類の含有状況とその地球化学的特徴.
3. 学会等名 第12回環境地盤工学シンポジウム, 13-5
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Seddiqee A, Maruoka T, Yoriko Y., Anma R., Masuda H.
2. 発表標題 Hydrogeochemical and Isotopic Evidence of Groundwater Salinization Processes in the Coastal Paleobeach Aquifer of Cox ' s Bazar _Teknaf Area, South-East Bangladesh.
3. 学会等名 Goldschmidt Conference 2017, P 2063, 11j (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Okudaira T,
2. 発表標題 The role of fracturing on the formation of the lower crustal shear zones.
3. 学会等名 JpGU_AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 重松紀生・藤本光一郎・亀高正男・奥平敬元・森 宏
2. 発表標題 紀伊半島東部の中央構造線の最近の調査結果.
3. 学会等名 日本地質学会第124年学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三田村宗樹
2. 発表標題 大阪平野における帯水層蓄熱 (ATES) に関わる帯水層評価
3. 学会等名 日本地質学会第124年学術大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 益田晴恵	4. 発行年 2018年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 -
3. 書名 「人と自然の環境学 持続可能な地域づくりにむけて」 第7章 大都市の水環境 健全な利用を進める	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	三田村 宗樹 (Mitamura Muneko) (00183632)	大阪市立大学・大学院理学研究科・教授 (24402)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	中村 英人 (Nakamura Hideto) (00785123)	大阪市立大学・大学院理学研究科・特任講師 (24402)	
研究 分担者	奥平 敬元 (Okudaira Takamoto) (20295679)	大阪市立大学・大学院理学研究科・教授 (24402)	
研究 分担者	篠田 圭司 (Shinoda Keiji) (40221296)	大阪市立大学・大学院理学研究科・准教授 (24402)	
研究 分担者	西川 禎一 (Nishikawa Tadakazu) (60183539)	大阪市立大学・大学院生活科学研究科・教授 (24402)	